

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-286696

(P2004-286696A)

(43) 公開日 平成16年10月14日(2004.10.14)

(51) Int.Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

GO 1 N 13/10

GO 1 N 13/10

A

2 F 0 6 9

GO 1 B 21/30

GO 1 N 13/10

B

GO 1 N 13/10

F

GO 1 B 21/30

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-81991 (P2003-81991)

(22) 出願日 平成15年3月25日(2003.3.25)

(71) 出願人 503460323

エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(74) 代理人 100079212

弁理士 松下 義治

(72) 発明者 山本 浩令

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

Fターム(参考) 2F069 AA60 EE02 GG01 GG04 GG18

HH04 HH30 JJ08 LL03 MM24

MM32 RR09

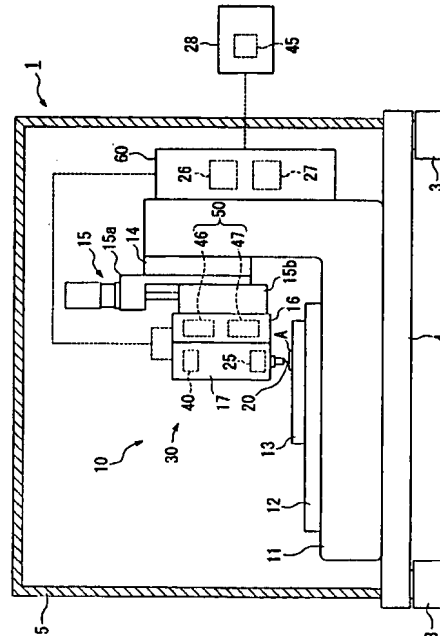
(54) 【発明の名称】 プローブ顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 熱的安定を図って、データの温度ドリフトを低減させることができるプローブ顕微鏡を提供すること。

【解決手段】 被測定物Aの表面形状又は物理量を測定するプローブ顕微鏡1であって、カンチレバー20の先端の探針を被測定物Aの表面に近接又は接触させた状態で測定を行う測定機構30と、測定機構30又はその周囲の温度を計測する温度センサ40と、測定機構30に対し加熱及び冷却の少なくとも一方を行う加熱冷却機構50と、温度センサ40の測定値に基づいて加熱冷却機構50を制御して測定機構30の温度を調整する温度制御部45とを備えているプローブ顕微鏡1を提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被測定物の表面形状又は物理量を測定するプローブ顕微鏡であって、
探針を前記被測定物の表面に近接又は接触させた状態で前記測定を行う測定機構と、
該測定機構又はその周囲の温度を計測する温度センサと、
前記測定機構に対し加熱及び冷却の少なくとも一方を行う加熱冷却機構と、
前記温度センサの測定値に基づいて前記加熱冷却機構を制御して前記測定機構の温度を調整する温度制御部とを備えていることを特徴とするプローブ顕微鏡。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプローブ顕微鏡において、
前記測定機構が、前記探針を前記被測定物に対して相対的に移動させる移動機構を備え、
前記温度センサ及び前記加熱冷却機構が、前記移動機構に配設されていることを特徴とするプローブ顕微鏡。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載のプローブ顕微鏡において、
前記移動機構が、3次元の各方向にそれぞれ対応して前記探針を移動可能な3つの軸移動部を備え、
前記温度センサ及び前記加熱冷却機構が、前記軸移動部毎に配設され、
前記温度制御部が、前記各軸移動部と同一の温度となるように前記各加熱冷却機構を制御することを特徴とするプローブ顕微鏡。

20

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載のプローブ顕微鏡において、
前記移動機構が、前記探針を移動させるボイスコイルモータを有し、
前記温度制御部が、前記加熱冷却機構として前記ボイスコイルモータを駆動することを特徴とするプローブ顕微鏡。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載のプローブ顕微鏡において、
前記温度制御部が、前記測定前に前記加熱冷却機構により前記測定機構を予熱することを特徴とするプローブ顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、試料の微小領域において表面形状等を測定するプローブ顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】

周知のように、電子材料等の試料を微小領域にて測定し、試料の表面形状の観察、局所特性の計測を行う装置として、原子間力顕微鏡や走査型トンネル顕微鏡等の走査型プローブ顕微鏡が知られている。この走査型プローブ顕微鏡は、様々なものが提供されているが、その一つとして外的電磁ノイズ及び外的騒音に影響されないで、試料を測定することができる走査型プローブ顕微鏡が提供されている（特許文献 1 参照）。

40

この走査型プローブ顕微鏡は、探針を試料に対して相対走査させ、該走査によって得られた情報を電気的に処理して試料表面の微細形状を計測するプローブ顕微鏡ユニットと、試料の光学像を観察するための光学顕微鏡ユニットとを備えている。また、このプローブ顕微鏡ユニットは、遮音及び電磁シールドされた箱体の中に収用されており、該プローブ顕微鏡ユニットに配設されている探針のセンサやアンプ等の電気系統についても同様に箱体に配されている。

また、上述した特許文献 1 に記載の走査型プローブ顕微鏡に限られず、一般的に提供されている走査型プローブ顕微鏡は、外部からの音響ノイズに敏感であるため、防音箱体等に収用されている場合が多い。

【0003】

50

【特許文献1】

特開平5-40005号公報（段落番号0011-0019、第1-2図）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記従来のプローブ顕微鏡では、以下の課題が残されている。即ち、従来のプローブ顕微鏡では、電気系統が箱体内部に収用されているが、この電気系統が熱源であるため電源投入後、箱体内部の温度が上昇し、プローブ顕微鏡ユニット自体の温度も上昇してしまう。これにより、プローブ顕微鏡ユニットが熱膨張してドリフトが生じ、試料の測定データに誤差が生じてしまう不都合があった。そのため、例えば、特許文献1に記載の走査型プローブ顕微鏡では、この温度ドリフトの影響を低減するように、インバー等の低熱膨張率を有する材料が箱体等に用いられているが、熱膨張率が低いだけで温度ドリフトを効果的に抑制することができず十分ではなかった。

10

特に、防音筐体となる箱体は、内部の熱を拡散するには不適であるので、プローブ顕微鏡ユニットの電気系統による温度上昇をさらに助長させるものであった。仮に、箱体内部の温度を箱体外部に排除できたとしても、プローブ顕微鏡ユニットの設置環境が温度変動するので、同様にプローブ顕微鏡ユニット自体の温度も変動し、やはり試料の測定データにドリフトが生じる恐れがあった。

【0006】

この発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、熱的安定を図って、データの温度ドリフトを低減させることができるプローブ顕微鏡を提供することである。

20

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、この発明は以下の手段を提供している。

本発明のプローブ顕微鏡は、被測定物の表面形状又は物理量を測定するプローブ顕微鏡であって、探針を前記被測定物の表面に近接又は接触させた状態で前記測定を行う測定機構と、該測定機構又はその周囲の温度を計測する温度センサと、前記測定機構に対し加熱及び冷却の少なくとも一方を行う加熱冷却機構と、前記温度センサの測定値に基づいて前記加熱冷却機構を制御して前記測定機構の温度を調整する温度制御部とを備えていることを特徴とするものである。

30

【0008】

この発明に係るプローブ顕微鏡においては、測定機構により探針を被測定物の表面に近接又は接触させて、被測定物の表面形状又は物理量を測定する際、測定機構自身の温度を一定の所定温度に保ちながら測定することが可能である。即ち、測定機構自身の温度又は測定機構の周囲温度は、温度センサにより計測され、その測定した温度に基づいて温度制御部が加熱冷却機構を制御して、測定機構を加熱又は冷却することにより一定の所定温度になるよう維持している。これにより測定機構は、例えば、温度上昇変化による熱膨張等が生じにくい。従って、被測定物を測定する際、温度変化によるドリフトの発生を低減させることができ、測定結果の信頼性をより向上させることができる。

40

【0009】

本発明のプローブ顕微鏡は、上記本発明のプローブ顕微鏡において、前記測定機構が、前記探針を前記被測定物に対して相対的に移動させる移動機構を備え、前記温度センサ及び前記加熱冷却機構が、前記移動機構に配設されていることを特徴とするものである。

この発明に係るプローブ顕微鏡においては、温度センサ及び加熱冷却機構が、探針を被測定物に対して相対的に移動させる移動機構に配設されているので、

被測定物を測定する際に、最も温度ドリフトの影響を受けやすい可動部分の温度管理を行える。これにより、探針を有している可動部分の温度を一定の所定温度に保つことができるので、被測定物を測定する際、より効果的にドリフトの発生を低減させることができる。

50

【0010】

本発明のプロープ顕微鏡は、上記本発明のプロープ顕微鏡において、前記移動機構が、3次元の各方向にそれぞれ対応して前記探針を移動可能な3つの軸移動部を備え、前記温度センサ及び前記加熱冷却機構が、前記軸移動部毎に配設され、前記温度制御部が、前記各軸移動部と同一の温度となるように前記各加熱冷却機構を制御することを特徴とするものである。

この発明に係るプロープ顕微鏡においては、温度センサ及び加熱冷却機構が、3次元の各方向にそれぞれ対応して探針を移動可能な3つの軸移動部にそれぞれ配設されているので、探針を被測定物にどの方向に移動させたときでも、確実にドリフトの発生を低減させることができる。また、温度制御部は、各軸移動部の温度が同一となるように各加熱冷却機構を制御するので、各軸移動部の温度差がなくなり、探針の移動方向によるドリフトのバラツキを防止することができる。

10

【0011】

本発明のプロープ顕微鏡は、上記本発明のいずれかに記載のプロープ顕微鏡において、前記移動機構が、前記探針を移動させるボイスコイルモータを有し、前記温度制御部が、前記加熱冷却機構として前記ボイスコイルモータを駆動することを特徴とするものである。この発明に係るプロープ顕微鏡においては、温度制御部が、ボイスコイルモータを駆動して移動機構の温度を所定温度に保っている。即ち、温度制御部は、コイルに流す電流値を制御することで、移動機構の温度管理を行っている。従って、コイルの電流値を制御するだけで、加熱冷却機構として機能させることができるので、別個に加熱冷却機構を設けなくても移動機構の温度管理を行うことができる。

20

【0012】

本発明のプロープ顕微鏡は、上記本発明のいずれかに記載のプロープ顕微鏡において、前記温度制御部が、前記測定前に前記加熱冷却機構により前記測定機構を予熱することを特徴とするものである。

この発明に係るプロープ顕微鏡においては、温度制御部が、測定前に加熱冷却機構により測定機構を予熱するので、例えば、測定機構の温度を、予め安定作動時の温度に設定することが可能になる。これにより、測定開始の時点において、既に測定機構のウォーミングアップが熱的になされており、測定を開始するまでの時間が短縮できると共に、早期の安定化を図ることができる。

30

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る第一の実施形態について、図1を参照して説明する。図1に示すプロープ顕微鏡1は、試料（被測定物）Aの表面形状又は物理量を測定するものであって、本実施形態では、試料Aの微小領域における表面形状を測定する原子間力顕微鏡（AFM）である。このプロープ顕微鏡1は、プロープ顕微鏡ユニット10を備えており、該プロープ顕微鏡ユニット10は、カンチレバー20の先端（探針）を試料Aの表面に近接させた状態で測定を行う測定機構30と、該測定機構30の温度を計測する温度センサ40と、測定機構30に対し加熱及び冷却の少なくとも一方を行う加熱冷却機構50と、温度センサ40の測定値に基づいて加熱冷却機構50を制御して測定機構30の温度を調整する温度制御部45とを備えているものである。

40

【0014】

また、測定機構30は、カンチレバー20の先端（探針）を試料Aに対して相対的に移動させるXYステージ12、Zステージ15及びスキャナ17等の移動機構を備えており、上記温度センサ40及び加熱冷却機構50が、スキャナ17に配設された構成とされている。

【0015】

上記プロープ顕微鏡ユニット10は、床との振動を減衰させる防振部材3に固定された防振台4の上に搭置されていると共に金属等で形成されたカバー5の内部に収用されており、外部から遮音及び電磁シールドされている。このプロープ顕微鏡ユニット10は、防振

50

台 4 の上面にインバー等の材質で断面 L 字型に形成されたフレーム 1 1 を有しており、フレーム 1 1 の上面には、水平面内 (X Y 方向) に移動可能な上記 X Y ステージ 1 2 が取り付けられている。また、X Y ステージ 1 2 上には、試料台 1 3 が取り付けられており、この試料台 1 3 は、上面に試料 A を固定可能とされている。即ち、試料台 1 3 に載置され固定された試料 A は、試料台 1 3 を介して X Y ステージ 1 2 により、X Y 方向に移動可能とされている。

【0016】

また、フレーム 1 1 の上部且つ X Y ステージ 1 2 側には、Z ステージ取付プレート 1 4 を介して上記 Z ステージ 1 5 が取り付けられている。この Z ステージ 1 5 は、Z ステージ固定部 1 5 a と Z ステージ可動部 1 5 b とを有しており、Z ステージ可動部 1 5 b は、X Y ステージ 1 2 に対して鉛直方向 (Z 方向) に移動可能な機能を有している。また、Z ステージ可動部 1 5 b には、スキャナ取付プレート 1 6 を介して上記スキャナ 1 7 が取り付けられており、スキャナ 1 7 の下面には、先端に探針を有するカンチレバー 2 0 が支持されている。このカンチレバー 2 0 は、例えば、シリコン、窒化シリコン等の材質で形成されている。

【0017】

スキャナ 1 7 は、内部に図示しない圧電素子 (ピエゾ素子) を有しており、カンチレバー 2 0 を試料 A に対して X Y Z 方向の 3 次元的に微小移動可能に支持している。即ち、カンチレバー 2 0 は、Z ステージ可動部 1 5 b により Z 方向に移動可能とされると共に、スキャナ 1 7 により X Y Z の 3 方向に微小移動可能とされている。即ち、これらスキャナ 1 7 及びカンチレバー 2 0 は、探針を試料 A の表面に近接させた状態で測定を行う測定機構 3 0 の一部を構成している。なお、測定機構 3 0 を構成するものとして、フレーム 1 1、X Y ステージ 1 2、試料台 1 3、Z ステージ 1 5、Z ステージ取付プレート 1 4 及びスキャナ 1 7 等が含まれる。

【0018】

また、スキャナ 1 7 には、内部にカンチレバー 2 0 の撓み量を測定する撓み測定器 2 5 を有している。この撓み測定器 2 5 によって検出された検出値は、Z サーボ制御部 2 6 に入力される。Z サーボ制御部 2 6 は、入力された検出値に基づいてスキャナ 1 7 の圧電素子に電圧を印加して、カンチレバー 2 0 の Z 方向における微小移動を制御している。これによりカンチレバー 2 0 の撓み量が、常に一定となるように制御されている。また、スキャナ 1 7 には、X Y 走査制御部 2 7 が接続されており、スキャナ 1 7 の圧電素子に電圧を印加して、カンチレバー 2 0 の X Y 方向における微小移動を制御している。これら、Z サーボ制御部 2 6 及び X Y 走査制御部 2 7 は、システムコントローラ 2 8 に接続されており、総合的に制御されている。なお、システムコントローラ 2 8 には、温度制御部 4 5 が設けられている。

【0019】

更に、スキャナ 1 7 には、スキャナ自身の温度を計測する温度センサ 4 0 が取り付けられている。この温度センサ 4 0 は、例えば熱電対で構成され、測定した温度を温度制御部 4 5 に送る機能を有している。ここで、スキャナ取付プレート 1 6 には、ヒータ等からなる加熱部 4 6 及びヒートパイプ等の熱伝導素子からなる冷却部 4 7 が埋設されている。これら加熱部 4 6 及び冷却部 4 7 は、スキャナ 1 7 を加熱、冷却してスキャナ 1 7 の温度を所定の温度に調整する加熱冷却機構 5 0 を構成している。また、上述した温度制御部 4 5 は、これら加熱部 4 6 及び冷却部 4 7 に接続されており、温度センサ 4 0 から送られてきた測定値に基づいて加熱部 4 6 及び冷却部 4 7 を制御する機能を有している。また、温度制御部 4 5 は、スキャナ 1 7 の温度が予め設定されている所定温度になるように加熱部 4 6 及び冷却部 4 7 を制御する。

【0020】

上述した、Z サーボ制御部 2 6 及び X Y 操作制御部 2 7 は、プローブ顕微鏡ユニット 1 0 の電気ユニット 6 0 として、フレーム 1 1 の上部で且つ Z ステージ 1 5 の反対側に一体的に配設されている。また、この電気ユニット 6 0 には、図示しないアンプ、リレー等の各

種電気部品が取り付けられている。

【0021】

このように構成されたプローブ顕微鏡1は、まずシステムコントローラ28の操作パネルの電源スイッチ（不図示）を入れると、温度センサ40からスキャナ17の温度が操作パネルの表示部（不図示）に表示される。また、同時に温度制御部45が、スキャナ17を所定温度にするように加熱部46又は冷却部47を駆動し始める。この際、上記所定温度は、プローブ顕微鏡1を駆動した後にスキャナ17の温度が上昇し、一定の時間を経て温度上昇が止まり温度が安定する領域（安定領域）の平衡温度に設定される。これにより温度制御部45は、加熱部46又は冷却部47を制御してスキャナ17を加熱又は冷却し、安定領域の温度になるように予熱を行う。

10

【0022】

次いで、試料台13上に試料Aを載置して固定した後、システムコントローラ28の操作パネルによりXYステージ12及びZステージ可動部15bを移動させて、試料Aの測定領域の表面付近にカンチレバー20が位置するように位置決めを行う。次いで、システムコントローラ28を介してZサーボ制御部26及びXY走査制御部27を操作して、スキャナ17及びカンチレバー20を微小移動させ、例えば、カンチレバー20の探針を試料Aの測定領域の表面に数nmの距離まで近づける。この状態にて、カンチレバー20を走査させると、試料Aの表面と、カンチレバー20の探針との間の原子間力によってカンチレバー20が撓み、この撓み量が撓み測定器25により測定される。この検出値に基づいてZサーボ制御部26は、カンチレバー20の撓み量が一定となるように、カンチレバー20のZ方向への微小移動を制御する。これにより、カンチレバー20は、撓み量が一定で試料A上の微小領域を走査可能であるので、試料Aの微小領域における表面形状を容易に得ることができる。

20

【0023】

ここで上述した測定の際、電気ユニット60は、Zサーボ制御部26、XY走査制御部27及びコイル、アンプ等の各種電気部品を有しているので、各電器部品の内部温度が上がり熱を発生させる。この発生した熱は、カバー5内に篋り、カバー5内部及びプローブ顕微鏡ユニット10の各構成品の温度を昇温させようとする。しかしながらスキャナ17は、温度センサ40、加熱冷却機構50及び温度制御部45により、設定した所望の温度を維持するように調整されているので、カバー5内部の温度変化の影響を受けにくい。即ち、スキャナ17は、周囲の温度変化に影響されずに、測定前から測定中に至る間、常に設定した温度を維持するので、例えば、温度変化による熱膨張等が生じにくい。これにより、試料Aを測定する際、温度ドリフトの影響が低減されるので、より正確な試料Aの表面形状を測定することができる。

30

【0024】

特に、温度センサ40は、カンチレバー20を微小移動させるスキャナ17に配設され、加熱冷却機構50は、スキャナ取付プレート16に配設されて直接スキャナ17を加熱冷却するので、試料Aを測定する際に最も温度ドリフトの影響を受けやすい可動部分の温度を管理を行っている。これによりカンチレバー20の温度を一定の温度に保つことができるので、より効果的に温度ドリフトの発生を低減させることができる。特に、スキャナ17は、撓み測定器25や、カンチレバーの探針を微小移動させる圧電素子等を内蔵しているので、その安定動作のために温度制御することが望ましい。

40

【0025】

また、温度制御部45が、試料Aの測定前に加熱冷却機構50によりスキャナ17を予熱するので、予めスキャナ17の安定領域の平衡温度に設定することが可能になる。これにより試料Aの測定開始の時点において、既に熱的にスキャナ17のウォーミングアップがなされており、測定を開始するまでの時間が短縮できると共に、早期の安定化を図ることができる。更に、電源を入れた時点ですぐに、温度ドリフトに影響されずに試料Aの表面形状を測定することができる。

【0026】

50

このプローブ顕微鏡 1 においては、カンチレバー 20 を試料 A の表面に近接させて、試料 A の表面形状を測定する際、スキャナ 17 の温度を所望する温度に保ちながら測定することが可能である。これによりスキャナ 17 は、周囲の温度変化による影響に左右されずに試料 A を測定することが可能である。従って、試料 A を測定する際、温度変化によるドリフトの発生を低減させることができ、試料 A の測定結果の信頼性をより向上させることができる。

【0027】

次に、本発明に係る第二の実施形態を図 2 を参照して説明する。この実施形態においては、第一実施形態における構成要素と同一の部分については、同一の符号を付しその説明を省略する。

第二実施形態と第一実施形態との異なる点は、第一実施形態では、移動機構が圧電素子を用いたスキャナを備えており、圧電素子によりカンチレバーを微小移動させる構成としたが、第二実施形態では、移動機構 100 が 3 次元の各方向にそれぞれ対応してカンチレバーの探針を移動可能な 3 つのボイスコイルモータ（軸移動部）を備えている点である。

【0028】

本実施形態の移動機構 100 は、X 軸ボイスコイルモータ 110、Y 軸ボイスコイルモータ 120 及び Z 軸ボイスコイルモータ 130 を備えている。Z 軸ボイスコイルモータ 130 は、ケーシング 101 の内部に固定された永久磁石からなるモータコア部 131 を有している。このモータコア部 131 には、周囲にコイル 132 が巻回された可動子 133 が遊嵌されている。この可動子 133 は、メンブレン 134 によって弾性的にケーシング 101 に支持されており、端面には Z 方向に延在した Z 軸スピンドル 135 の一端が取り付けられている。また、Z 軸スピンドル 135 の他端には、撓み測定器 25 を介してカンチレバー 20 が取り付けられている。

【0029】

また、Z 軸スピンドル 135 は、一端がケーシング 101 に固定された円筒状の弾性筒 140 の内部に同軸上に収用されている。この弾性筒 140 は、ケーシング 101 に固定される支持部 141 と、支持部 141 に連結され Z 方向へ延在した弾性筒状部 142 と、弾性筒状部 142 に連結され Z 方向へさらに延在した非弾性筒状部 143、144 とを有しており、全体的に一体形成されている。

【0030】

ここで、X 軸ボイスコイルモータ 110 及び Y 軸ボイスコイルモータ 120 は、上述した Z 軸ボイスコイルモータ 130 と同様の構成とされており、それぞれ X 軸スピンドル 115 及び Y 軸スピンドル（不図示）を有している。これら X 軸スピンドル 115 及び Y 軸スピンドルの他端は、非弾性筒状部 143 に X 軸、Y 軸に向かってそれぞれ連結されている。これにより、X 軸ボイスコイルモータ 110 のコイル 112 及び Y 軸ボイスコイルモータ 120 のコイル 122 に電流を流して駆動させ、X 軸スピンドル 115 及び Y 軸スピンドルを各軸に向けて変位させた際、それに合わせて非弾性筒状部 143 が変位する。非弾性筒状部 143 が変位すると、弾性筒 140 は、支持部 141 と弾性筒状部 142 との境界付近を支点として揺動する。これにより Z 軸スピンドル 135 も揺動するので、カンチレバー 20 を X Y 方向に向けて移動させる。即ち、カンチレバー 20 は、X Y 方向に走査可能となる。また、カンチレバー 20 の Z 方向への移動は、撓み測定器 25 で検出した検出値に基づいて Z 軸ボイスコイルモータ 130 のコイル 132 に流す電流値を変化させることにより、Z 軸スピンドル 135 を変位させてカンチレバー 20 を移動させる。これにより、カンチレバー 20 は、試料 A との距離が一定となるように制御される。

【0031】

ここで、上述した各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 のモータコア部 111、121 及び 131 には、それぞれ温度センサ 170 が取り付けられており、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 自体の温度を測定している。この温度センサ 170 により検出した温度は、温度制御部 180 に送られる。温度制御部 180 は、この入力された温度に基づいて各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度を設定した所

望の温度になるように、各コイルに所定の電流を流して制御する機能を有している。即ち、温度制御部 180 は、各コイル 112、122 及び 132 に流す電流値を制御して、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度を調整している。この際、温度制御部 180 は、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度が同一温度になるように各コイル 112、122 及び 132 の電流値を制御している。即ち、各コイル 112、122 及び 132 は、それぞれボイスコイルモータを少なくとも加熱させる加熱冷却機構 190 とされている。なお、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 のコイル 112、122 及び 132 に流す電流は、定格電流の最大値に設定されている。

【0032】

このように構成された移動機構 100 を備えている場合、試料 A の測定を行う前に、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 が、前述した安定領域の平衡温度になるように、温度制御部 180 は各コイル 112、122 及び 132 に流す電流値を制御する。これにより、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度が上がり、予熱運転がされる。このように各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 を平衡温度に制御すれば、測定開始の時点で既に各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度が安定しているので、測定を開始するまでの時間が短縮できると共に、早期の安定化を図ることができる。また、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度が安定しているので、時間と共に各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度が上昇するといった温度変化が防止でき、温度ドリフトの影響を低減させることができる。

【0033】

また、温度制御部 180 は、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度を制御可能であると共に、各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度を同一温度になるように制御するので、カンチレバー 21 の移動方向によるドリフトのバラツキを防止することができる。

更に、試料 A の測定前に、コイル 112、122 及び 132 に定格値の最大電流を流すだけで加熱冷却機構 190 として機能させることができるので、別個に加熱冷却機構を設けなくても各ボイスコイルモータ 110、120 及び 130 の温度管理を行うことができる。

【0034】

なお、本発明の技術範囲は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の変更を加えることが可能である。

本発明に係る実施形態では、プローブ顕微鏡は、カンチレバーを試料の表面に近接させて試料の表面形状を測定する原子間力顕微鏡としたが、これに限られずカンチレバーを試料に接触させて試料の物理量を測定するものであっても良い。また、第一実施形態において、スキャナに温度センサを取り付けて、スキャナの温度を制御する構成としたが、これに限られるものではなく、他に移動機構を構成する Z ステージ等に取り付けて良い。更に、該移動機構に限らず、例えばフレーム等の測定機構を構成する部材に取り付けても構わない。

【0035】

つまり、測定機構の構成要素のうち、少なくとも一つの構成要素を温度管理対象要素として構成されていれば良い。この場合、最も温度変動の影響を受け温度ドリフトの原因となる構成要素としては、設計時のシュミレーションや実機テストにより特定しても構わない。

また、温度センサをスキャナに取り付けて、スキャナの温度を直接計測する構成としたが、測定機構の周囲の温度を測定する構成としても構わない。例えば、カバーの内部温度やカバーの温度、または電気ユニット温度を測定しても構わない。

更に、スキャナ取付プレートに加熱冷却機構を取り付けた構成としたが、これに限られず、スキャナに対し加熱及び冷却が可能に構成されていれば良い。例えば、加熱冷却機構を Z ステージ取付プレートに配設して、スキャナを加熱及び冷却しても構わない。

また、加熱による予熱を行ったが、ヒートパイプ等の十分な冷却機能を備えている場合に

は、予熱を行う必要はない。例えば、プローブ顕微鏡を可動させた際に、冷却機能によりプローブ顕微鏡の温度上昇を抑え、一定の温度に冷却制御することにより設置環境に応じた好適な温度状態で測定を行うことができる。

【0036】

【発明の効果】

本発明のプローブ顕微鏡においては、以下に示す効果を奏することができる。即ち、測定機構により探針を被測定物の表面に近接又は接触させて、被測定物の表面形状又は物理量を測定する際、測定機構自身の温度を所定温度に保ちながら測定することが可能である。これにより測定機構は、被測定物を測定する際、温度変化によるドリフトの発生を低減させることができ、測定結果の信頼性をより向上させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施形態に係るプローブ顕微鏡を示す構成図である。

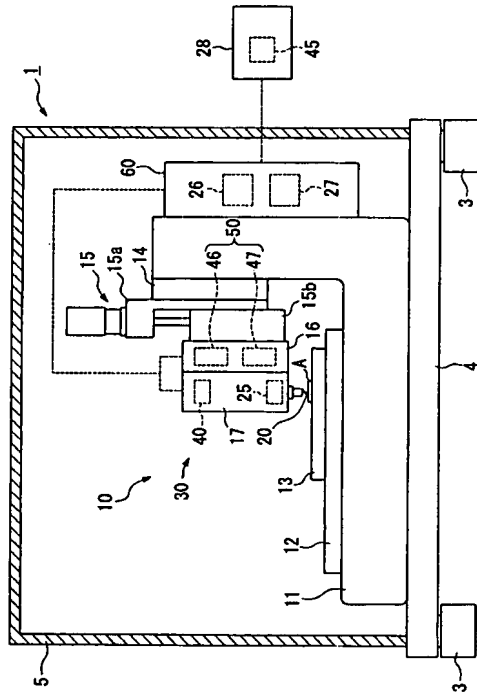
【図2】本発明の第二実施形態に係るプローブ顕微鏡に用いるボイスコイルモータを示す断面図である。

【符号の説明】

- A 被測定物
- 1 プローブ顕微鏡
- 12 XYステージ（移動機構）
- 15 Zステージ（移動機構）
- 17 スキャナ（移動機構）
- 30 測定機構
- 40、170 温度センサ
- 45、180 温度制御部
- 50、190 加熱冷却機構
- 100 移動機構
- 110、120、130 ボイスコイルモータ（軸移動部）

20

【図 1】



【図 2】

